

Cao, Xinrui; Sinzinger, Stefan:

**Untersuchung der dreidimensionalen Feldverteilung bei  
Beugungsexperimenten in inkohärentem Licht (Lau Effekt)**

---

<i>Zuerst erschienen in:</i>	DGaO-Proceedings. - Erlangen-Nürnberg : Dt. Gesellschaft für angewandte Optik. -120 (2019), art. P12, 1 S.
<i>Erstveröffentlichung:</i>	30.08.2019
<i>ISSN:</i>	1614-8436
<i>URN:</i>	<a href="https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0287-2019-P012-5">urn:nbn:de:0287-2019-P012-5</a>
<i>[Gesehen:</i>	04.09.2019]

---

# Untersuchung der dreidimensionalen Feldverteilung bei Beugungsexperimenten in inkohärentem Licht (Lau-Effekt)



X. Cao, S. Sinzinger

Fachgebiet Technische Optik, Technische Universität Ilmenau

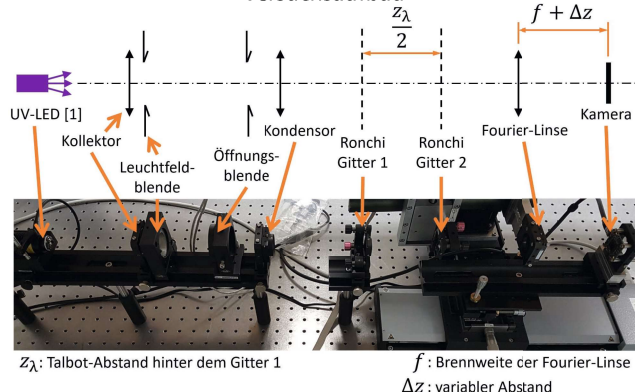


## Motivation

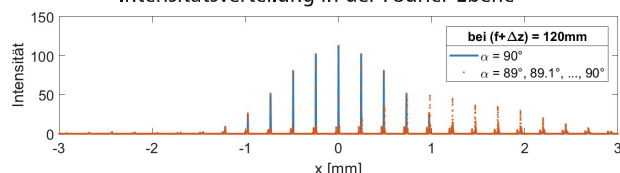
Zielsetzung: Anwendung des Lau-Effekts in der lithographischen Belichtung auf nicht planen Ebenen

- Untersuchung: Intensitätsverteilung um die Fourier-Ebene herum
- Variablen: 1. Beleuchtung: räumlich kohärent und inkohärent
- 2. Gitterperiode des zweiten Ronchi Gitters

## Versuchsaufbau

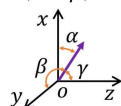


## Intensitätsverteilung in der Fourier-Ebene

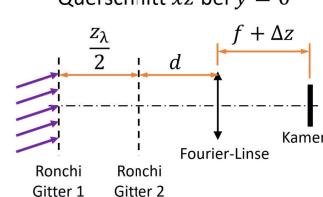


## Simulation

Richtungskosinus der Beleuchtung ( $\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma$ )



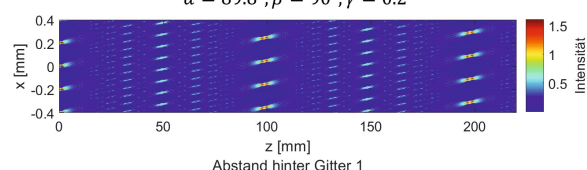
Querschnitt  $xz$  bei  $y = 0$



$\lambda = 405 \text{ nm}$   
 $d = 140 \text{ mm}$   
 $f = 120 \text{ mm}$   
 $\Delta z = [-5 \text{ mm}, 5 \text{ mm}]$   
 Ronchi Gitter 1:  
 $p_1 = 200 \mu\text{m}$   
 $\delta_1 = 15\%$   
 Ronchi Gitter 2:  
 $p_2 = 200 \mu\text{m}$   
 $\delta_2 = 15\%$

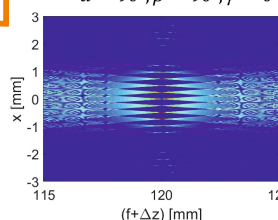
## Talbot-Teppich unter schräger Beleuchtung

$\alpha = 89.8^\circ, \beta = 90^\circ, \gamma = 0.2^\circ$

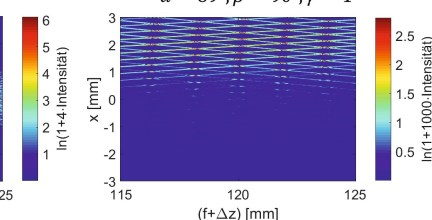


## Intensitätsverteilung um die Fourier-Ebene herum

$\alpha = 90^\circ, \beta = 90^\circ, \gamma = 0^\circ$



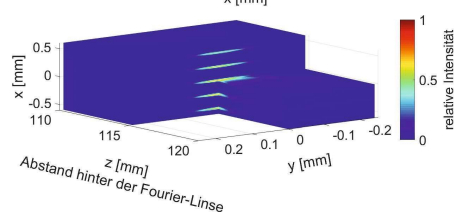
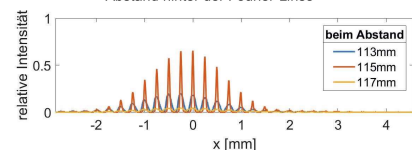
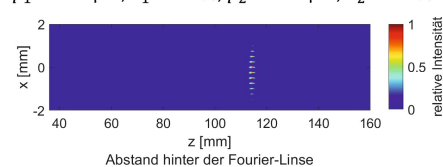
$\alpha = 89^\circ, \beta = 90^\circ, \gamma = 1^\circ$



## Messung -- Intensitätsverteilung

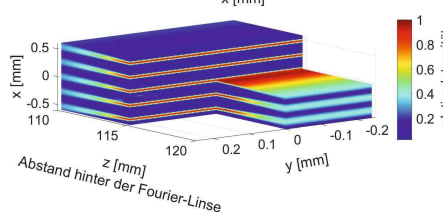
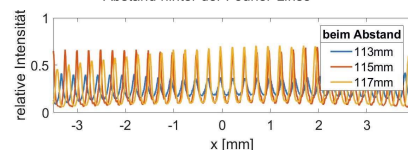
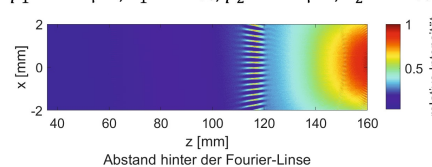
räumlich kohärente Beleuchtung ( $\perp$  Gitter 1)

$p_1 = 200 \mu\text{m}, \delta_1 = 15\%, p_2 = 200 \mu\text{m}, \delta_2 = 15\%$



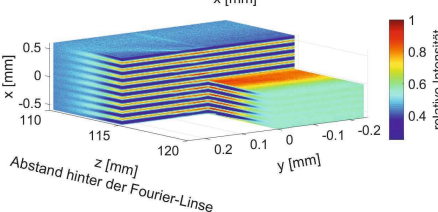
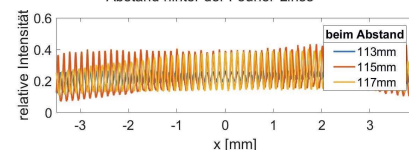
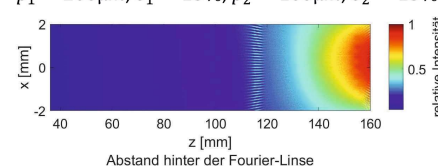
räumlich inkohärente Beleuchtung

$p_1 = 200 \mu\text{m}, \delta_1 = 15\%, p_2 = 200 \mu\text{m}, \delta_2 = 15\%$



räumlich inkohärente Beleuchtung

$p_1 = 200 \mu\text{m}, \delta_1 = 15\%, p_2 = 100 \mu\text{m}, \delta_2 = 15\%$



## Schlussfolgerung

bei räumlich kohärenter Beleuchtung:

- Änderung des Beleuchtungswinkels
  - laterale und axiale Verschiebung des Talbot-Teppichs des ersten Ronchi Gitters
  - laterale Verschiebung und Änderung der Intensitäten in der Fourier-Ebene
- keine Lau-Streifen in der Fourier-Ebene sichtbar

bei räumlich inkohärenter Beleuchtung (hier Köhlerscher Beleuchtung):

- Licht mit unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln bezüglich des ersten Ronchi Gitters
- Lau-Streifen in der Fourier-Ebene sichtbar
- Periode der Lau-Streifen auch von der Periode des zweiten Ronchi Gitters abhängig
- kleiner Unterschied der Intensitäten und Perioden der Streifen um die Fourier-Ebene herum
- Anwendung der Intensitätsverteilung in der Lithographie auf nicht planen Ebenen denkbar
- Anschließende Untersuchung in weiterer Entfernung hinter der Fourier-Ebene nötig

## Literaturen

[1] Mounted LED „M405L3“, <https://www.thorlabs.de/drawings/3d3893ab54c75ce2-B2F1D061-083F-3E93-B11CAEDC1A0E0E14/M405L3-SpecSheet.pdf>

Die Autoren danken der Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Graduiertenkollegs „Spitzen- und laserbasierte 3D-Nanofabrikation in ausgedehnten makroskopischen Arbeitsbereichen“ (GRK 2182/1) an der Technischen Universität Ilmenau, Deutschland.

## Danksagung

Technische Universität Ilmenau  
 IMN MacroNano®  
 Fachgebiet Technische Optik  
 Xinrui Cao

Telefon: +49 3677 69-2489  
 Fax: +49 3677 69-1281  
 xinrui.cao@tu-ilmenau.de  
 www.tu-ilmenau.de/to

th  
 TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
 ILMENAU